B. Bonnermann

Düsseldorf 1979

Kinderklinik III der Medizinischen Einrichtungen
der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. H.J. Bremer

DER SELENGEHALT VON FRAUENMILCH, KUHMILCH UND SÄUGLINGSFERTIGMILCH.

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf.

vorgelegt von
Bärbel Bonnermann
1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. Reinauer

Referent
gez.: Priv.-Doz. Dr. Lombeck

Korreferent
gez.: Prof. Dr. Ritzl

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Selenvorkommen	1
1.2	Selengehalt von Pflanzen	3
1.3	Selengehalt von Nahrungsmitteln	5
1.4	Selengehalt der Milch	7
1.5	Biologische Bedeutung des Selens	9
1.6	Fragestellung	13
2	Material und Methodik	14
2.1	Art der Milchproben	14
2.2	Vorbereitung der Milchproben	19
2.3	Bestimmung der Selengehalte der Milchproben mit Hilfe der instrumentellen Neutronen-aktivierungsanalyse	20
2.4	Statistische Methoden	24
3	Ergebnisse	25
3.1	Selengehalt der Kuhmilch	25
3.2	Selengehalt der Frauenmilch	26
3.3	Selengehalt der Säuglingsfertigmilch	30
3.4	Vergleich des Selengehalts von Frauenmilch, Säuglingsfertigmilch und Kuhmilch	31
4	Diskussion	35
5	Zusammenfassung	38
6	Literatur	47

Abkürzungen

Se	Selen
ppm	pars per million (10^{-6} g/g)
TG	Trockengewicht
ND	not detectable = nicht meßbar
FG	Feuchtgewicht
s	Sekunde
d	Tag
r	Korrelationskoeffizient
p	Wahrscheinlichkeit
n	Anzahl, bzw. Zahl der Vergleiche
Γ	Varianzverhältnis
$\bar{x}$	Mittelwert
$\tilde{x}$	Medianwert
s	Standardabweichung
T	Testgröße
H	Testgröße
t	Testgröße
FG	Freiheitsgrad

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544318_0012

1 Einleitung

1.1 Selenvorkommen

Das Element Selen wurde 1817 zum ersten Male von Berzelius (2) aus dem Kammerschlamm einer schwedischen Schwefelfabrik isoliert und nach dem griechischen Wort selene (Mond) als Selen benannt, um die nahe Verwandtschaft mit dem bereits 1798 entdeckten Tellur anzudeuten. Es gehört wie Schwefel und Tellur zur VI. Gruppe des Periodensystems. Folgende natürliche Isotope kommen vor : Selen-74 (1 %), Selen-76 (10 %), Selen-77 (8 %), Selen-78 (24 %), Selen-80 (48 %) und Selen-82 (9 %).

Selen gehört zu den selteneren Elementen. Seine Konzentration in der Erdkruste ist gering. Der größte Teil des Selens findet sich in sulfidhaltigen Gesteinen besonders in Pyrit- und Chalcopyritlagern (47).

In Deutschland finden sich Selenvorkommen in Erzlagern bei St. Andreasberg, Tilkerode und Clausthal im Harz sowie in Kieslagern bei Goslar im Harz, Korbach in Hessen-Nassau, Meggen in Westfalen und Bodenmais in Bayern (35).

Das Verhältnis von Selen zu Schwefel in der anorganischen Materie liegt durchschnittlich bei 1 : 6000 (14). Der Selengehalt von vulkanischem Schwefel variert von 2 - 1600 ppm (27). Die höchsten Werte bis zu 29.000 ppm wurden in Schwefelproben des Kilauea-Vulkans in Hawai gemessen (39).

Der durchschnittliche Selengehalt der Eruptivgesteine liegt bei 0,09 ppm (14), der des Sedimentgesteins bei 0,05 ppm (Sandstein) bis 0,60 ppm (Schieferton) (69). Etwa 58 % des Sedimentgesteins besteht aus Schieferton. Sedimentgestein bedeckt ca. 3/4 der

Landoberfläche der Erde.

Der Selengehalt des Wassers ist sehr viel niedriger als der der Gesteine und beträgt 0,09 µg/l Seewasser (57) oder 0,10 µg/l bis 2 µg/l Süßwasser (Tab.1).

Tab. 1 : Selengehalt des Wassers

Art des Wassers	Gebiet	durchschnittlicher Selengehalt (µg/l)	Literatur
Schnee-u.Regenwasser	Cambridge/Mass.	0,2	22
Brunnen-u.Leitungswasser	Cambridge/Mass.	0,1	22
Trinkwasser	Oregon	Spuren bis 2	16
Flußwasser	Colorado	1	60
Grundwasser	Colorado	< 1	60
Brunnen-u.Flußwasser	Tokio	0,11	65
Leitungswasser	Stuttgart	1,6	41
Fluß-u.Quellwasser	Amiatagebirge/ Italien	< 0,7	50

Die Selenkonzentrationen der Luft werden für Cambridge/Mass. mit 0,001 µg/m^3 angegeben (22), mit 0,05 bis 10 ppm für verschiedene Orte der USA (27) und mit unter 0,0002 µg/m^3 für das Amiatagebirge in Italien (50).

Der Selengehalt des Ackerbodens spiegelt den der Muttergesteine wider. Zusätzlich wird er beeinflußt durch häufige Ernten, selenreiche Düngemittel wie Phosphorit, selenhaltige Insektizide, selenreiche Industrieabfälle und Abgase. Er kann abnehmen, wenn in regen- und quellreichen Gebieten die löslichen Mineralien fortgeschwemmt werden. Der durchschnittliche Selengehalt der

Böden wird mit 0,01 - 2,5 ppm angegeben (Tab.2). Es können jedoch selenreiche Böden bis zu mehreren hundert ppm Selen enthalten (10).

Tab. 2 : Selengehalt der Böden

Gebiet	Selengehalt (ppm)	Literatur
USA	0,01 - 2,5	63
Hawai	0,4 - 15	5
Süd-Dakota	4,4 - 38,4	42
Neuseeland	0,1 - 2	70
Puerto Rico	1 - 10	46
Israel	7,5 - 30	45
Irland	0,6 - 850	10

Neben dem absoluten Selengehalt sind die Wasserlöslichkeit der vorkommenden Selenverbindungen und der pH-Wert des Bodens für die Aufnahme von Selen durch die Pflanzen von Bedeutung. Selen kommt im Boden als Selenit, Selenat, elementares Selen und in organischen Selenverbindungen vor (47). Saure Äcker enthalten Selen meistens in unlöslicher Form. Neutrale und schwach saure Äcker sind reich an organischem Material. Organisch gebundenes Selen wird von den Pflanzen leicht aus dem Boden aufgenommen. Alkalische Böden enthalten relativ viel Selen, meistens in wasserlöslicher Form als Selenat, was ebenfalls leicht aufgenommen werden kann (27).

1.2 Selengehalt von Pflanzen

Der Selengehalt der Pflanzen variert stark. Er ist nicht nur abhängig vom Selengehalt des Bodens sondern zeigt artspezifische

Unterschiede. Einige Pflanzen benötigen Selen zu ihrem Wachstum und reichern es an (68). Der Selengehalt dieser Pflanzen kann mehrere tausend ppm betragen. Zu diesen selenspeichernden Pflanzen gehören einige Schmetterlingsblütler wie Astragalus racemosus. Da sie nur auf selenreichen Böden wachsen, werden sie Indikatorpflanzen (48) genannt. Unsere üblichen Futterpflanzen wie Getreide, Gras und Rüben reichern dagegen kein Selen an. Der Selengehalt dieser Pflanzen ist viel niedriger und liegt in Süddeutschland zwischen 0,03 und 0,44 mg/kg TG (41) (Tab.3).

Tab. 3 : Selengehalt von Futtermitteln im Gebiet von Stuttgart-Hohenheim (41)

Art der Futtermittel	Selengehalt (mg/kg TG)
Wiesengras/Heu	0,10
Rotklee	0,11
Luzernenheu	0,06
Kartoffel, gedämpft	0,10
Futterrübe	0,03
Trockenschnitzel	0,17
Gerstenschrot	0,19
Weizenschrot	0,20
Roggenschrot	0,20
Haferschrot	0,21
Maisschrot	0,11
Weizenkleie	0,44

Auch andere Futtermittel wie Sojaschrot, Sonnenblumen, Trockenhefe und Futterkalk enthalten nur 0,1 - 0,2 mg Se/kg TG. Lediglich Fischmehl und Rohphosphat haben mit 1,61 bzw. 1,67 mg Se/kg TG einen höheren Selengehalt (41).

1.3 Selengehalt von Nahrungsmitteln

Nahrungsmitteluntersuchungen zeigen erhebliche Unterschiede zwischen den Selengehalten pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel. Pflanzliche Produkte enthalten weniger Selen und weisen größere regionale Unterschiede auf als tierische. Oelschläger und Menke (41) geben für deutsche Nahrungmittel pflanzlicher Herkunft einen Selengehalt von 0,07 - 1,01 mg/kg TG an. Getreide, Kartoffeln, Gemüse und Obst enthalten durchschnittlich nur 0,13 mg/kg TG. Rettich (0,30 mg/kg TG), Orangen (0,24 mg/kg TG) und verschiedene Kohlarten (0,17 mg/kg TG) enthalten etwas mehr Selen.

Der Selengehalt tierischer Nahrungsmittel liegt mit Ausnahme der Kuhmilch wesentlich höher: Rind- und Schweinefleisch enthalten durchschnittlich 0,35 mg Se/kg TG. Die selenreichsten Nahrungsmittel sind Schweine- und Rindernieren mit 3,53 - 3,97 mg/kg TG und Fische mit 1,33 mg/kg TG.

Trotz geographischer Unterschiede ergibt sich, daß Fleisch insbesondere Nieren und Fisch eine gute Selenquelle für den Menschen darstellt, während Gemüse und Obst so geringe Selenmengen enthalten, daß sie als Selenquelle eine unwesentliche Rolle spielen. (Tab.4)

Da ein großer Prozentsatz der täglichen Kalorienzufuhr aus Kohlenhydraten besteht, macht der Selengehalt des Getreides einen wesentlichen Teil der täglichen Selenzufuhr aus (Tab.5). Er ist jedoch regionalen Schwankungen unterworfen. In Neuseeland liefern die Getreideprodukte nur 6 % des täglichen Selenangebots (71), in Japan 27 % (65) und in Kanada 55 % (67).

Tab. 4 : Durchschnittlicher Selengehalt von Nahrungsmitteln aus verschiedenen Ländern

Art der Nahrungsmittel	Selengehalt (µg/g TG) BRD (41)	(ppm(TG)) Japan (65)	(µg/g TG) USA (37)	(µg/g FG) USA (55)
Salat, Gemüse, Obst, Kartoffeln	0,13	0,09	0,006-0,01	N.D.+)-0,22
Reis	0,13	0,05	0,31	-
Weißes Mehl	-	0,09	0,19	0,53
Rind-u.Schweinefleisch	0,35	0,73	0,30	0,35
Schweine-u.Rinderniere	3,75	-	1,72	2,93
Hähnchen	-	0,66	0,13	-
See-u.Süßwasserfische, Schalentiere	1,33	1,71	0,53	0,99

+) not detectable = nicht meßbar
-) nicht bestimmt

Tab. 5 : Tägliche Selenzufuhr mit der Nahrung

Nahrungsmittel	Kanada (67) (µg)	Japan (65) (µg)	Neuseeland (71) (µg)
Getreide	89,6	24,00	4,3
Fisch und Fleisch	52,3	46,29	37,7
Eier	-	9,33	-
Molkereiprodukte	13,7	2,25	8,4
Gemüse und Obst	5,6	6,39	5,8
Zucker und Fett	1,6	0,07	-
	162,8	88,33	65,0

Über den Einfluß der Zubereitungsart auf den Selengehalt von tischfertigen Nahrungsmitteln liegen erst vereinzelte Untersuchungen vor. Higgs und Mitarb. (23) wiesen nach, daß außer beim Kochen von Gemüsen mit hohem Selengehalt die übliche Nahrungszubereitung nicht zu nennenswerten Selenverlusten führt. Beim 20-minütigen Braten von Fisch, Fleisch und Geflügel oder beim Kochen von Weizenmehl, Reis und Nudeln traten keine Selenverluste auf. Jedoch hatten Champignons und Spargel (selenreiche Gemüse) nach derselben Kochzeit 44 % und 29 % des Selens verloren. Morris und Levander (37) ermittelten in 12 im Handel befindlichen Säuglingsnahrungen einen mittleren Selengehalt von 0,07 µg/g. Die fleischhaltigen Produkte wiesen mit 0,12 µg/g einen etwas höheren Selengehalt auf. Insgesamt zeigten die fertigen Säuglingsnahrungen einen um 40 - 50 % niedrigeren Selengehalt als ihre frischen Ausgangsprodukte.

1.4 Selengehalt der Milch

Der Selengehalt der Kuhmilch wurde mit 0,005 bis 0,48 µg/g ermittelt (Tab.6). Neben methodischen Schwierigkeiten dürften regionale Unterschiede für die große Streubreite verantwortlich zu machen sein.

Die Werte der Trockenmagermilchproben aus verschiedenen Gebieten der BRD (26) schwanken weniger stark (0,08 - 0,15 µg/g).

Analysen über den Selengehalt reifer Frauenmilch wurden bisher nur von einer amerikanischen Arbeitsgruppe durchgeführt (17, 19, 62). 1975 untersuchten Shearer und Hadjimarkos (62) 241 Frauenmilchproben aus 17 verschiedenen Staaten der USA (Tab.7). 50 % der Proben enthielten 0,016 - 0,024 ppm Selen. Der Selengehalt der Muttermilch zeigte geographische Unterschiede. In

Tab. 6 : Selengehalt der Kuhmilch und Milchpulver aus verschiedenen Gebieten

Gebiet	Selengehalt		Literatur
1.) Kuhmilch			
USA, Rapid City	0,05	/ug/ml	1
USA, Bend/Oregon	0,02	/ug/ml	1
USA, Klamath County /Oregon	0,005	/ug/g	16
USA, Jackson County /Oregon	0,049	/ug/g	16
USA, Josephine County/Oregon	0,067	/ug/g	16
USA, Maryland	0,012	/ug/g	37
USA, New Hampshire	0,48	/ug/g	55
Japan, Tokio	0,03	ppm(FG)	65
Italien, Amiata-Gebirge	0,008	/ug/g	50
Neuseeland, verschiedene Gebiete	0,005	/ug/ml	36
2.) Magermilchpulver			
USA, Maryland	0,096	/ug/g	37
USA, Maryland	0,240	/ug/g	37
BRD, verschiedene Gebiete	0,080-0,152	/ug/g	26
3.) Vollmilchpulver			
BRD	0,14	/ug/g	41
4.) Säuglingsfertigmilch			
USA, Similac(R) (3 Proben)	N.D.+)		55
	0,04	/ug/g	55
	0,29	/ug/g	55

+) not detectable = nicht meßbar

Gebieten mit hohem Selengehalt der Futterpflanzen war auch der Selengehalt der Frauenmilch höher. Eine ähnliche Korrelation wurde auch zwischen dem Selengehalt von Futterpflanzen und Selenblutspiegeln gefunden (1). Die von Shearer und Hadjimarkos (62) untersuchten Frauenmilchproben stammten von 211 verschiedenen, gesunden Spenderinnen im Alter von 17 - 44 Jahren. Es fand sich keine Korrelation zwischen dem Selengehalt der Frauenmilch und dem Alter der Spenderin. Der untersuchte Zeitraum reichte vom 17. - 869. Laktationstag. Zwischen dem Selengehalt und der Laktationszeit ergab sich nur eine schwache Beziehung ($r = -0{,}13$, $p < 0{,}05$). In Neuseeland wurde der Selengehalt der transitorischen Milch mit 0,013 µg/ml ermittelt (36) (Tab.7).

1. Biologische Bedeutung des Selens

Selen ist seit 1957 als lebenswichtiges Spurenelement für viele Tierarten bekannt (58). Toxische Wirkungen des Selens wurden bereits vorher beschrieben (49). Selenmangel in der Nahrung beeinträchtigt vor allem das wachsende Tier und führt zu Lebernekrosen bei Ratten und Mäusen (58, 8), degenerative Veränderungen der Herz- und Skelettmuskulatur, der Nieren und des Pankreas bei Mäusen (8), Muskeldystrophie bei Lämmern und Kälbern (56), Fellveränderungen, Katarakt, Spermatozoenveränderungen bei Ratten (34), Verlust von Körpergewicht, Haarausfall und degenerativen Veränderungen der Leber und der Muskulatur bei Affen (40) sowie Pankreasfibrose bei Küken (15, 66). Der Bedarf wird für Rinder, Schafe und Schweine mit einem Selengehalt des Futters von 0,1 ppm und für Geflügel mit 0,15 ppm angegeben (44). Für Ratten wurde ein noch geringerer Wert von unter 0,05 ppm gefunden (55).

1973 (20, 51) wurde nachgewiesen, daß ein Selenmangel bei Ratten mit einer Verminderung der Aktivität der Glutathionperoxidase

Tab. 7 : Selengehalt der Frauenmilch

Gebiet	Zahl der Proben	Alter der Mütter (Jahre)	Laktationsdauer (Tage)	Selengehalt Mittelwert (ppm)	Selengehalt Bereich (ppm)	Literatur
Iowa City	15	18 - 31	40 - 83	0,020	0,015-0,024	19
Athen	24	19 - 37	29 - 195	0,020	0,010-0,037	19
Portland/Oregon	15	17 - 44	42 - 100	0,021	0,013-0,053	17
17 Staaten der USA	241	17 - 44	17 - 869	0,018	0,007-0,060	62
Neuseeland	16	-	4 - 8	0,013	0,009-0,022	36
Neuseeland	5	-	2 - 3	-	0,019-0,040	36

verschiedener Organe einhergeht. Dieses Enzym enthält pro Mol 4 gAtome Selen (11). Möglicherweise spielen im Tierreich noch weitere Selenoproteine eine Rolle. So wurde aus der Muskulatur von Lämmern ein selenhaltiges Protein mit einem Molekulargewicht von 10.000 isoliert (72). Die toxischen Wirkungen anderer Spurenelemente wie Arsen (13,38), Cadmium (13,24), Silber (3,9), Thallium (52) und Quecksilber (12,24,43) werden vom Selen beeinflußt.

Beim Menschen ist über den Selenbedarf und Selenstoffwechsel noch wenig bekannt. Die Selengehalte in menschlichen Organen sind ca. 50 % niedriger als in tierischen (55). Bei Tieren und Menschen haben die Nieren den höchsten Selengehalt, gefolgt von der Leber (Tab.8).

Tab. 8 : Mittlerer Selengehalt in verschiedenen Organen des Menschen

Organ	mittlerer Selengehalt (ppm) (55)	(ppm) (50)
Leber	0,54	0,13
Lunge	0,15	
Herz	0,28	
Niere	1,09	0,49
Milz	0,34	
Muskel	0,24	
Pankreas	0,30	
Gehirn	0,13	0,06
Haar	0,57	0,40

Die Angaben über den Selengehalt des Vollblutes gesunder Erwachsener schwanken zwischen 0,108 /ug/ml (50), 0,206 /ug/ml (1)

und 0,220 µg/ml (4). Die Serumselenkonzentrationen gesunder Personen sind altersabhängig (32). Sie betragen im Nabelschnurblut (0,050 µg/ml) nur 50 % des Erwachsenenwertes (0,102 µg/ml) (32). In den ersten vier Lebensmonaten fallen sie weiter ab auf 0,034 µg/ml. Danach erfolgt ein langsamer Anstieg. Auch die Aktivität der Glutathionperoxidase der Erythrozyten ist in der frühen Säuglingszeit niedriger als bei Geburt oder bei älteren Kindern (32).

Zu welchen Auswirkungen ein Selenmangel beim Menschen führen kann, ist nicht bekannt. Es wird beschrieben, daß die Mortalitätsrate an gastrointestinalen, urogenitalen und pulmonalen Carcinomen in selenarmen Gebieten höher ist als in selenreichen (61). Im westlichen Teil Finnlands, einer Selenmangelgegend, findet sich eine erhöhte Morbidität für Multiple Sklerose. Der Vollblutselengehalt dieser Patienten soll erniedrigt sein (73).

Bei Patienten mit Kwashiorkor in Guatemala und Thailand wurde ein erniedrigter Selenblutspiegel gefunden (4, 29). Eine Selensubstitution soll neben der üblichen Therapie die Gewichtszunahme gefördert haben (59).

Außerdem fanden sich erniedrigte Serumselenkonzentrationen (30), erniedrigte Selengehalte des Vollbluts und der Haare (33) und verminderte Aktivität der Glutathionperoxidase der Erythrozyten (31) bei Patienten mit Phenylketonurie und Ahornsirupkrankheit, die diätetisch behandelt wurden. Die tägliche Selenzufuhr mit der Nahrung war bei diesen Patienten niedriger als bei gesunden, normal ernährten, gleichaltrigen Kindern. Bis heute sind jedoch bei diesen Patienten keine krankhaften Symptome gefunden worden, die eindeutig auf einen Selenmangel zurückzuführen sind.

1.6 Fragestellung

Die Serumselenkonzentration bei jungen Säuglingen ist niedriger als bei Neugeborenen und bei älteren Kindern. Angaben über die Selengehalte von Säuglingsnahrungen lagen nur ganz vereinzelt in der Literatur vor. In Mitteleuropa verwandte Säuglingsfertigmilchen und Milchproben von hier lebenden Müttern wurden bisher nicht untersucht. Deswegen wurde ich mit der Klärung folgender Fragen beauftragt:

1.) Bestehen Unterschiede zwischen den Selengehalten von Kuhmilch, die frisch gemolken verkauft, pasteurisiert oder ultrahocherhitzt wurde,

2.) Wie hoch ist der Selengehalt von Frauenmilchproben hier in Deutschland lebender Spenderinnen,

3.) Wie hoch ist der Selengehalt der z.Z. hier gebräuchlichen Säuglingsfertigmilchen,

4.) Unterscheidet sich der Selengehalt der Frauenmilch von dem Selengehalt der Kuhmilch oder der Säuglingsfertigmilchen.

2 Material und Methodik

2.1 Art der Milchproben

247 Milchproben wurden untersucht: 55 Kuhmilch-, 85 Frauenmilch- und 107 Säuglingsfertigmilchproben.

Die Kuhmilchproben stammen aus Molkereien in Köln, Lüdenscheid und Hamburg sowie direkt von einem Bauernhof aus Meinerzhagen (Tab.9).

62 flüssige Säuglingsfertigmilchproben wurden Packungen entnommen, die zum augenblicklichen Füttern in der Kinderklinik der Medizinischen Einrichtungen der Universität Düsseldorf verwandt wurden oder für den Hausgebrauch in Apotheken erhältlich waren.

45 Säuglingsfertigmilchproben in Pulverform stammen aus Kostproben mit 14 - 30 g und im Handel befindlichen 300 und 350 g Packungen. Insgesamt wurden von 6 Markenpräparaten 107 Proben mit verschiedenen Verfallsdaten untersucht (Tab.10).

Es handelt sich bei den untersuchten Proben um adaptierte und teiladaptierte Säuglingsfertigmilchen in unterschiedlicher Zusammensetzung (Tab.11 und 12).

Tab. 9 : Zusammenstellung der untersuchten 55 Kuhmilchproben

Gebiet	Probenzahl	Konservierungsart	Zeitraum
Meinerzhagen/Sauerland	8	keine, frisch gemolkene Kuhmilch	29.2.-12.3.76
Lüdenscheid/Sauerland	9	pasteurisiert, Vollmilch (3,5 % Fettgehalt)	8.3.-25.3.76
Hamburg	8	pasteurisiert, Vollmilch (3,5 % Fettgehalt)	8.3.- 2.4.76
Köln	10	pasteurisiert, Vollmilch (3,5 % Fettgehalt)	20.2.-13.4.76
Köln	10	pasteurisiert, teilentrahmte Milch (1,5 % Fettg.)	18.2.- 1.5.76
Köln	10	ultrahocherhitzt, Vollmilch (3,5 % Fettgehalt)	17.3.-22.5.76

Tab. 10 : Zusammenstellung der untersuchten 107 Säuglingsfertigmilchproben

Handelsname	Probenzahl	Verfallsdaten lt.Hersteller
I. flüssige Proben		
Aponti 1(R)	10	15.4.-28.11.76
Humana 1(R)	16	12.4.-21.11.76
Milumil(R)	12	29.1.76-8.4.77
Pomila(R)	10	23.3.-26. 9.76
Pomil(R)	14	17.2.-26. 9.76
insgesamt	62	
II. pulverisierte Proben		
Aponti 1(R)	8	Jun.76-Jan.77
Aptamil(R)	10	22.4.76-4.6.77
Humana 1(R)	7	2.76 - 26.5.77
Milumil(R)	12	7.10.76-28.4.77
Pomila(R)	8	Aug.75- Jan.77
insgesamt	45	
I und II	107	

Tab. 11 : Durchschnittliche Zusammensetzung von 100 ml trinkfertiger Säuglingsnahrung in Klinikpackungen laut Hersteller

Handelsname	Eiweiß (g)	Fett (g)	Kohlenhydrate (g)	Mineralien u.Vitamine (g)	Kalorien (Joule)
I. adaptierte Milch					
Humana 1(R)	1,7	3,5	7,3	0,39	286
Pomila(R)	1,6	3,7	7,5	0,3	302
II. teiladaptierte Milch					
Aponti 1(R)	1,9	3,3	8,8	0,36	307
Milumil(R)	2,0	3,3	9,0	0,4	312
Pomil(R)	2,3	3,4	8,0	0,4	326

Tab. 12 : Durchschnittliche Zusammensetzung von 100 g Säuglingsfertigmilchpulver laut Hersteller

Handelsname	Eiweiß (g)	Fett (g)	Kohlenhydrate (g)	Mineralien u.Vitamine (g)	Kalorien (Joule)
I. adaptierte Milch					
Humana 1(R)	12,5	26,0	54,0	keine Angabe	2119
Pomila(R)	11,4	26,4	52,8	2,5	keine Angabe
II. teiladaptierte Milch					
Aponti 1(R)	12,8	22,3	58,9	2,4	2066
Aptamil(R)	12,5	23,5	59,5	2,2	2117
Milumil(R)	13,3	22,0	60,0	3,0	2082

Die untersuchten 85 Frauenmilchproben stammen von 72 Müttern, die alle gesund waren. Die Frauen stillten z.Z. der Probenentnahme noch kontinuierlich. 52 Spenderinnen lebten im letzten Jahr in Düsseldorf und 20 in Witten/Ruhr. Der Anteil der Ausländerinnen lag bei ca. 30 % und verteilte sich auf verschiedene Nationalitäten (Tab.13), jedoch lebten alle ausländischen Spenderinnen seit mindestens einem Jahr in Deutschland.

Tab. 13 : Nationalität der Spenderinnen

Nationalität	Probenzahl
Deutsch	50
Türkisch	9
Jugoslawisch	5
Spanisch	4
Portugiesisch, Italienisch, Indisch, Finnisch je 1	4

Das Alter der Mütter lag zwischen 16 und 40 Jahren mit einem durchschnittlichen Alter von 26,1 $\pm$ 5,7 Jahren (Tab.14).

Tab. 14 : Altersverteilung der Spenderinnen

Alter	Probenzahl
unter 20 Jahren	7
20 - 30 Jahre	46
31 - 40 Jahre	16
unbekannt	3

Fast 80 % der Frauen waren Erst- und Zweitgebärende. Die untersuchten Frauenmilchproben umfassen einen Zeitraum vom 2. - 173. Tag post partum. Der überwiegende Teil der Proben stammt aus den ersten 60 Tagen (Tab.15).

Tab. 15 : Laktationszeiträume der Frauenmilchproben

Zeitraum post partum	Probenzahl	%
2. u. 3. Tag	3	4
4. - 10. Tag	25	35
11. - 19. Tag	14	19
20. - 30. Tag	11	15
31. - 60. Tag	11	15
61. -173. Tag	9	12

Von fünf Müttern wurden außerdem 13 weitere Proben für Verlaufsuntersuchungen entnommen. Die Analysenwerte dieser 13 Proben sind nicht in den Statistiken der Einzelproben enthalten.

2.2 Vorbereitung der Milchproben

Die Packungen mit pasteurisierter Kuhmilch oder trinkfertiger Säuglingsmilch wurden sofort nach dem Umschütteln geöffnet und Proben entnommen. Die frischen Kuhmilchproben wurden abgefüllt, nachdem die Kühe maschinell gemolken und die Milch in einem Chromaganbehälter und ein gereinigtes Glasgefäß aufgefangen wurde. Die Frauenmilchproben wurden zu Beginn des Stillens mit einer Handpumpe aus Plastik gewonnen, die vor Gebrauch zweimal

mit bidestilliertem Wasser gespült und getrocknet wurde. Vor Anlegen der Pumpe wurden die Mamillen mit bidestilliertem Wasser gewaschen, um eine Kontamination mit Desinfektionsmitteln zu vermeiden. Alle Proben wurden in Polystyrolplastikröhrchen mit Stopfen abgefüllt, die vorher mit bidestilliertem Wasser gereinigt wurden. Sie wurden in einem Gefrierschrank bei -20°C aufbewahrt. 1 - 3 Wochen später wurden sie bei Zimmertemperatur aufgetaut und danach 5 Minuten mit dem Whirlmix gemischt. 1 ml wurde in ein Quarzglas pipettiert, welches vorher mit bidestilliertem Wasser gespült, getrocknet, mit der Probennummer versehen und gewogen worden war. Die Proben wurden im Trockenschrank 24 Stunden bei 70°C und anschließend 8 Stunden bei 100°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Während des Trockenvorgangs waren sie mit Kleenex - Tüchern bedeckt. Nachdem die Proben 15 Minuten bei Zimmertemperatur abgekühlt waren, wurden die Quarzgläser mit Parafilm verschlossen und 12 Stunden später gewogen zur Ermittlung des Trockengewichts. Anschließend wurden die Quarzgläser zugeschmolzen.

2.3 Bestimmung der Selengehalte der Milchproben mit Hilfe der instrumentellen Neutronenaktivierungsanalyse

Das Prinzip der Aktivierungsanalyse besteht darin, daß stabile Isotope durch Beschuß mit Neutronen in entsprechende Radioisotope umgewandelt werden. Diese zerfallen in einem oder mehreren Schritten mit charakteristischen Halbwertszeiten unter Emission von meistens β und γ Strahlen in stabile Isotope. Die Energie der γ - Strahlung wird gemessen, weil sie monoenergetisch und daher mit energetisch gut auflösenden Ge(Li)-Detektoren in den meisten Fällen interferenzfrei bestimmbar ist. Daraus wird die Art und Menge des Elements bestimmt. Selen wird mit Hilfe seines Radioisotops Se-75 nachgewiesen, das aus Se-74 durch

einen (n,γ) Prozess entsteht.

Se-75 zerfällt in As-75 : Se-75 $\xrightarrow[120\ d]{EC,\gamma}$ As-75

EC = electron capture

Energien der γ - Strahlung von Se-75 : 0,066 MeV (1 %), 0,096 (0,16 %), 0,121 (6,2 %), 0,136 (55,6 %), 0,200 (1,4 %), 0,265 (59,1 %), 0,280 (25 %), 0,304 (1,4 %), 0,400 (12,4 %).

In der vorliegenden Untersuchung erfolgte die Aktivierung der Milchproben durch thermische Neutronen mit einer Energie von <0,1 eV im Kernreaktor Merlin der Kernforschungsanlage Jülich GmbH bei einer Neutronenflußdichte von ca. 7 x 10^{13} n/cm^2 x s und einer Bestrahlungszeit von 48 Stunden. Da die Neutronenflußdichte im Reaktor schwankt, wurde zu ihrer Bestimmung mit jeder Probe ein Monitor bestrahlt. Der Monitor besteht aus Eisendraht (2,3 - 4,5 mg), der zusammen mit dem Quarzglas, das die Probe enthält, in einen Aluminiumbehälter eingeschweißt und bestrahlt wird.

Nach dem Abklingen der kurzlebigen Radioisotope aus der Probe und dem Quarzglas wurden die Gläser nach 20 bis 40 Tagen geöffnet und die bestrahlten Proben zur Messung in unbestrahlte gewogene Gläser umgefüllt. Nach ungefähr 40 und 80 Tagen wurden die Gamma-Spektren mit Hilfe eines GE(Li)-Bohrlochdetektors aufgenommen. Die Aufnahmezeit betrug 3000 s.

Dem Detektor war ein Vielkanal-Impulshöhen-Analysator angeschlossen, der die vom Detektor kommenden Impulse nach ihrer Höhe sortierte und alle Impulse gleicher Höhe in denselben Kanal einordnete und speicherte. Jedem Kanal entspricht eine bestimmte Energie. Man erhält so für jede Probe ein Gamma-Spektrum, welches man auf dem Bildschirm eines Oszillographen sehen und auf Magnetbänder übertragen kann. Die Spurenelementkonzentration wurde aus den gespeicherten Gamma-Spektren vom

IBM Computer 370/158 berechnet (25). Nach einem Standardprogramm wird ein freistehender Peak innerhalb des Gamma-Spektrums aufgesucht, die Impulse in dem Peakbereich integriert und damit die Bruttoimpulsrate bestimmt, von der Untergrundimpulse abgezogen werden. Die Zuordnung des Peaks zum zugehörigen Element erfolgt mit Hilfe eingespeicherter Daten der Elementarspektren. Die Impulsmenge des Selens wurde überwiegend durch Integration des Peaks bei 265 KeV ermittelt. Bei Überlagerung zweier Peaks kann man bei den meisten Radioisotopen auf einen 2. oder 3. Peak des zu analysierenden Radioisotops ausweichen. Folgende Daten wurden zur Berechnung der Selenkonzentration gespeichert: Menge, Nettoimpulsmenge, Neutronenfluß, Bestrahlungs-, Abkling- und Aufnahmezeit. Die Selenkonzentration wurde nach folgender Formel berechnet:

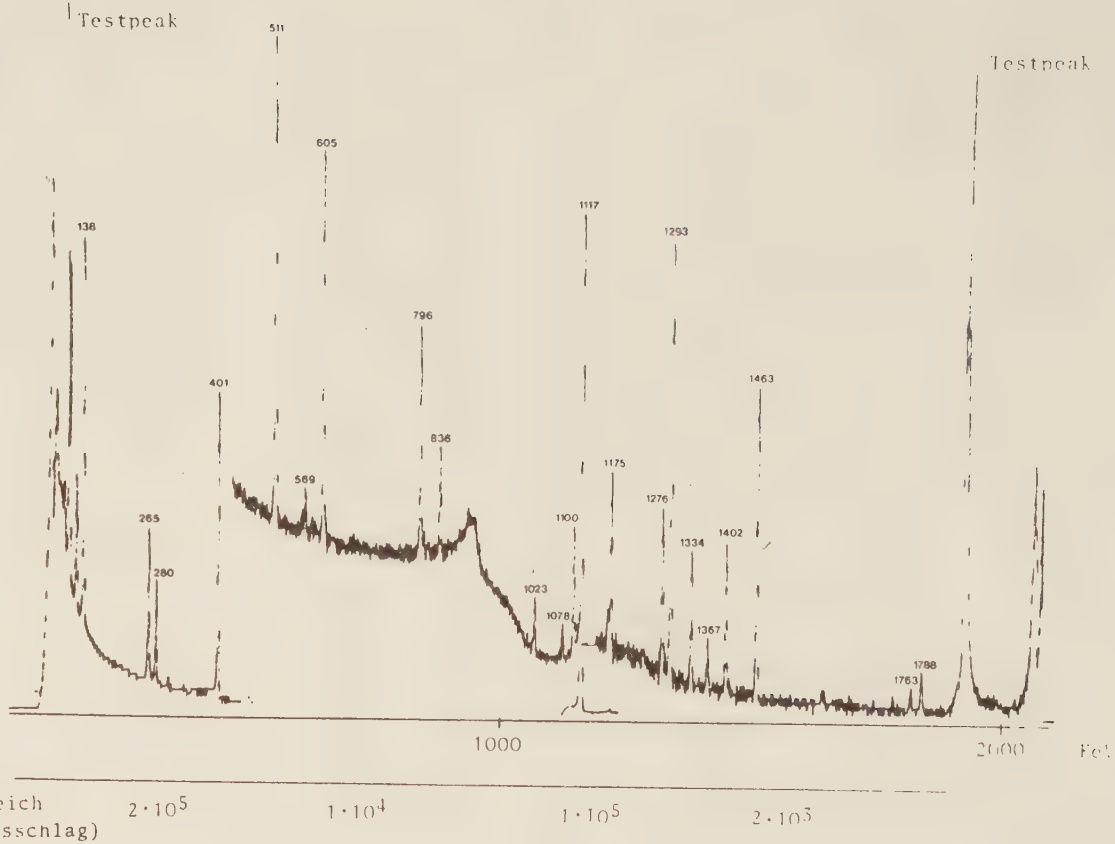
$$C = \frac{K \times I(P) \times e^{\lambda t_{AP}}}{G(P) \times \tau(P) \times \phi(P) \times (1 - e^{-\lambda t_{BP}})}$$

P = Probe
S = Standard
t_B = Bestrahlungszeit
t_A = Abklingzeit
τ = Sammelzeit
I = Anzahl der Nettoimpulse
G = Gewicht
ϕ = Neutronenfluß
$\lambda = \frac{\log.\text{nat } 2}{T}$
T = Halbwertszeit

$$K = \frac{G(S) \times \tau(S) \times \phi(S) \times (1 - e^{-\lambda t_{BS}})}{I(S) \times e^{\lambda t_{AS}}}$$

Neben der Selenkonzentration ließen sich ohne weiteren Trennungsgang andere Spurenelemente bestimmen, wie: Zink, Eisen, Rubidium,

ABB. 1


Testpeak
Testpeak
511
605
138
1117
1293
796
401
1463
836
569
1175
265
1276
1100
1334
1402
280
1023
1078
1367
1788
1763
1000
2000
Fe¹
Meßbereich
(Vollausschlag)
2·10⁵
1·10⁴
1·10⁵
2·10³

Kobalt, Chrom, Silber, Antimon, Cäsium, Scandium und Quecksilber.

Die Kontrolle der Meßwerte erfolgt mit einem Standard des NBS (Nationale Bureau of Standards) aus Ochsenleber (Bovine Liver, NBS 1577). Der relative Analysenfehler für Selen betrug weniger als 5 %.

2.4 Statistische Methoden

Mit Hilfe der einfachen Varianzanalyse (53) wurde geprüft ob signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Selengehalte der Frauen-, Kuh- und Säuglingsfertigmilchen bestehen. Anschließend wurde der multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffé durchgeführt (54).

Der Vergleich der Proben frisch gemolkener, pasteurisierter, ultrahocherhitzter und teilentrahmter Kuhmilch wurde jeweils mit dem Wilcoxon Test (6) vorgenommen.

Der Zusammenhang von Laktationszeit und Selengehalt der Muttermilch wurde in einem Punktdiagramm dargestellt und der Korrelationskoeffizient berechnet (7). Die evtl. Beziehung zwischen dem Alter der Frau und dem Selengehalt der Milch wurde mit dem H-Test nach Kruskal-Wallis geprüft (6).

3 Ergebnisse

3.1 Selengehalt der Kuhmilch

Der Selengehalt von 45 Kuhmilchproben aus drei Gebieten der BRD liegt durchschnittlich bei $24,3 \pm 5,1 \times 10^{-9}$ g/ml bzw. bei $200 \pm 39 \times 10^{-9}$ g/g TG und umfaßt einen Bereich von 17,4 - $38,0 \times 10^{-9}$ g/ml bzw. 140 - 303×10^{-9} g/g TG (Tab.16).

Tab. 16 : Selengehalt von Kuhmilch aus drei Gebieten der BRD

Gebiet	Probenzahl	Selengehalt Bereich (10^{-9} g/ml)	Selengehalt Mittelwert (10^{-9} g/ml)	Selengehalt Bereich (10^{-9} g/g TG)	Selengehalt Mittelwert (10^{-9} g/g TG)
Hamburg	8	19,4-38,0	25,3	157-303	204
Lüdenscheid	17	17,4-31,3	22,6	140-252	182
Köln	20	17,4-30,5	25,9	144-252	215

Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem Selengehalt von frisch gemolkener und pasteurisierter Kuhmilch eines Einzugsgebietes (n = 8, T = 5) (Tab.17).

Tab. 17 : Vergleich des Selengehalts von frisch gemolkener und pasteurisierter Kuhmilch eines Einzugsgebietes

Gebiet	Probenzahl	pasteurisiert	Selengehalt Bereich (10^{-9} g/ml)	Selengehalt Mittelwert (10^{-9} g/ml)
Meinerzhagen	8	nein	20,6-31,3	25,1
Lüdenscheid	9	ja	17,4-25,9	20,3

Ebenso ist der Selengehalt von pasteurisierter und ultrahocherhitzter Vollmilch aus demselben Gebiet statistisch nicht unterschiedlich (n = 10, T = 8) (Tab.18).

Tab. 18 : Vergleich des Selengehalts von pasteurisierter und ultrahocherhitzter Vollmilch eines Einzugsgebietes

Gebiet	Proben-zahl	Konservierungs-methode	Selengehalt Bereich (10^{-9} g/ml)	Mittelwert
Köln	10	pasteurisiert	22,9-30,5	27,1
Köln	10	ultrahocherhitzt	17,4-29,5	24,7

Der Selengehalt der Vollmilch- und Magermilchproben aus dem Kölner Raum zeigt keinen statistisch nachweisbaren Unterschied (n = 10, T = 15) (Tab.19).

Tab. 19 : Vergleich des Selengehalts von pasteurisierter Kuhmilch mit unterschiedlichem Fettgehalt

Gebiet	Probenzahl	Fettgehalt	Selengehalt Bereich (10^{-9} g/ml)	Mittelwert
Köln	10	3,5 %	22,9-30,5	27,1
Köln	10	1,5 %	17,8-39,2	30,1

3.2 Selengehalt der Frauenmilch

Der Selengehalt von 72 untersuchten Frauenmilchproben liegt

zwischen 13,9 - 169,0 x 10^{-9}g/ml bzw. 90 - 865 x 10^{-9}g/g TG. Die Werte zeigen große individuelle Unterschiede (Abb.2).

Zwischen dem Selengehalt der Frauenmilch und der Laktationszeit besteht eine schwache Korrelation: n = 72, r = - 0,244, $0,01 > p < 0,05$ (Abb.2). Am höchsten ist der Selengehalt des Kolostrums. Bis zum 4. Tag post partum kommt es zu einem sehr starken Abfall auf etwa 30 % des Ausgangswertes. Der durchschnittliche Selengehalt der Übergangsmilch beträgt 30,5 $\pm$ 8,7 x 10^{-9}g/ml bzw. 245 $\pm$ 75 x 10^{-9}g/g TG. Der Selengehalt der reifen Frauenmilch liegt bei durchschnittlich 28,3 $\pm$ 10,7 x 10^{-9}g/ml bzw. 230 $\pm$ 79 x 10^{-9}g/g TG (Tab.20).

Tab. 20 : Selengehalt von Kolostrum, transitorischer und reifer Frauenmilch

Zeitraum p.partum	Proben-zahl	Selengehalt Bereich (10^{-9}g/ml)	Mittelwert	Selengehalt Bereich (10^{-9}g/g TG)	Mittelwert
2. u. 3. Tag	3	78,7; 83,9; 169,0;		524; 625; 865;	
4.-10. Tag	25	15,6-52,7	30,5	130-422	245
11.-173. Tag	44	13,9-59,4	28,3	90-432	230

Bei fünf Frauen wurden Verlaufsuntersuchungen von Milchproben aus den ersten 30 Laktationstagen durchgeführt (Abb.3). Es zeigt sich ein deutlicher Abfall innerhalb der ersten 10 Laktationstage. Die niedrigsten Selengehalte wurden in den Proben vom 7. bis 12. Laktationstag gemessen. Danach kommt es erneut zu einem leichten Anstieg, jedoch werden die Werte aus den ersten Tagen post partum nicht erreicht.

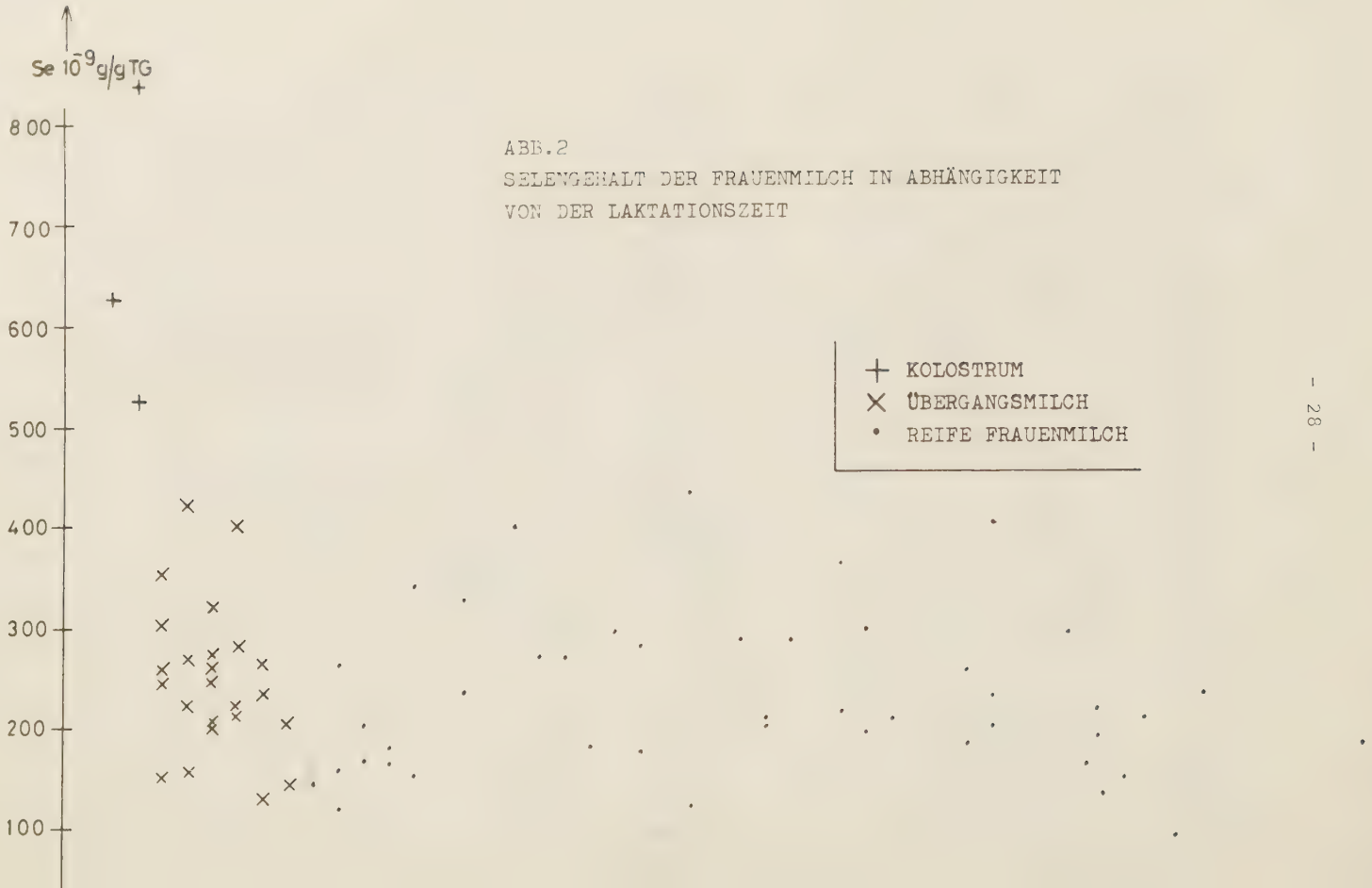
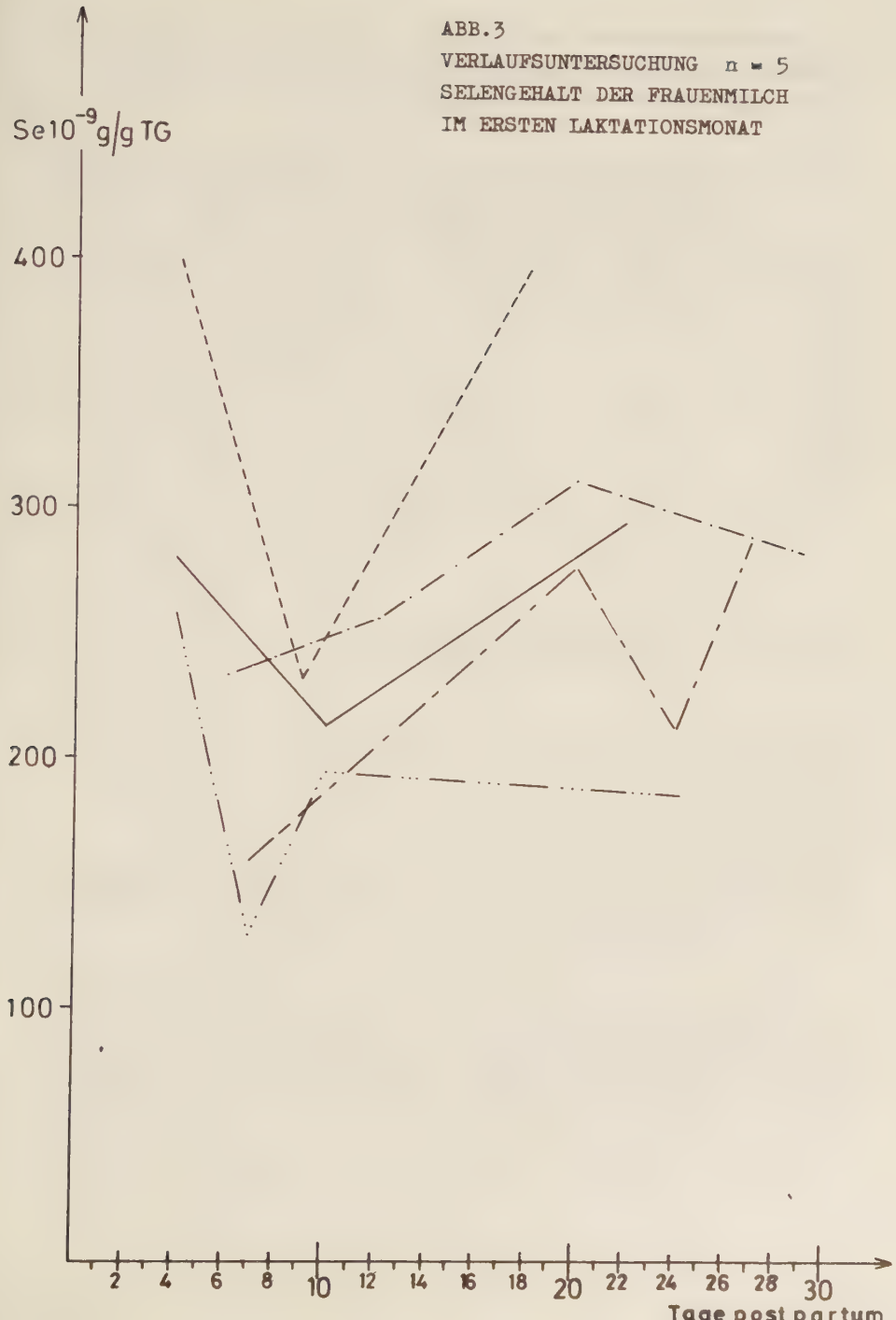


ABB.2
SELENGEHALT DER FRAUENMILCH IN ABHÄNGIGKEIT
VON DER LAKTATIONSZEIT

ABB.3
VERLAUFSUNTERSUCHUNG n = 5
SELENGEHALT DER FRAUENMILCH
IM ERSTEN LAKTATIONSMONAT



Eine Beziehung zwischen dem Alter der Frau und dem Selengehalt der Milch bei gleicher Laktationszeit ließ sich statistisch nicht nachweisen (FG = 2, H = 3,21) (Tab.21).

Tab. 21 : Vergleich des Selengehalts der Frauenmilch von Müttern unterschiedlichen Lebensalters bei gleicher Laktationszeit (11. - 60. Tag post partum)

Alter (Jahre)	Probenzahl	Selengehalt Bereich (10^{-9}g/ml)	Mittelwert
16-20	6	21,0-56,0	35,8
21-29	19	16,8-55,0	27,7
30-40	10	19,8-59,4	31,5

3.3 Selengehalt der Säuglingsfertigmilch

Der Selengehalt von 107 Proben 10 verschiedener Säuglingsfertigmilchen liegt in einem Bereich von 18-171 x 10^{-9}g/g TG und durchschnittlich bei 78 $\pm$ 35 x 10^{-9}g/g TG. Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den 62 Säuglingsfertigmilchen in flüssiger Form und den 45 Säuglingsmilchpulvern (n = 107, t = 0,187). Die Selenwerte der Flüssigmilchen liegen zwischen 22 und 171 x 10^{-9}g/g TG, die der Säuglingsmilchpulver zwischen 18 und 154 x 10^{-9}g/g TG.

77 % (= 81 Proben) bleiben unter 100 x 10^{-9}g/g TG, 22 % (= 24 Proben) liegen in einem Bereich von 100 - 150 x 10^{-9}g/g TG und nur 1 % (= 2 Proben) erreicht Werte über 150 x 10^{-9}g/g TG. Bei allen 10 Präparaten finden sich Proben mit einem Selengehalt

von unter 100 x 10^{-9}g/g TG (Tab.22).

Tab.22 : Selengehalt von 10 Säuglingsfertigmilchen

Präparat	Probenzahl	Selengehalt Bereich (10^{-9} g/g TG)	Mittelwert
I. 5 trinkfertige Säuglingsmilchen			
Aponti 1 (R)	10	24- 86	51
Humana 1 (R)	16	72-171	106
Milumil (R)	12	22- 72	44
Pomila (R)	10	35- 81	56
Pomil (R)	14	25-129	75
II. 5 Säuglingsmilchpulver			
Aponti 1 (R)	8	18- 72	40
Aptamil (R)	10	55-147	104
Humana 1 (R)	7	55-111	85
Milumil (R)	12	68-154	118
Pomila (R)	8	41- 91	74

3.4 Vergleich des Selengehalts von Frauenmilch, Säuglingsfertigmilch und Kuhmilch

Mit Hilfe der Varianzanalyse (one way) wurde untersucht, ob Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Frauen-, Säuglingsfertig- und Kuhmilch bestehen. (Nullhypothese: $/u_1 = /u_2 = /u_3 = /u$). Bei einem Stichprobenumfang von n = 196 und einem Niveau von 0,01 ergibt sich ein F-Wert von 4,71. Gegenüber einem experimentell ermittelten Wert von F = 196 bestehen somit signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten. In Abb. 4 werden die Mittelwerte und Standardabweichungen des Selengehalts der drei

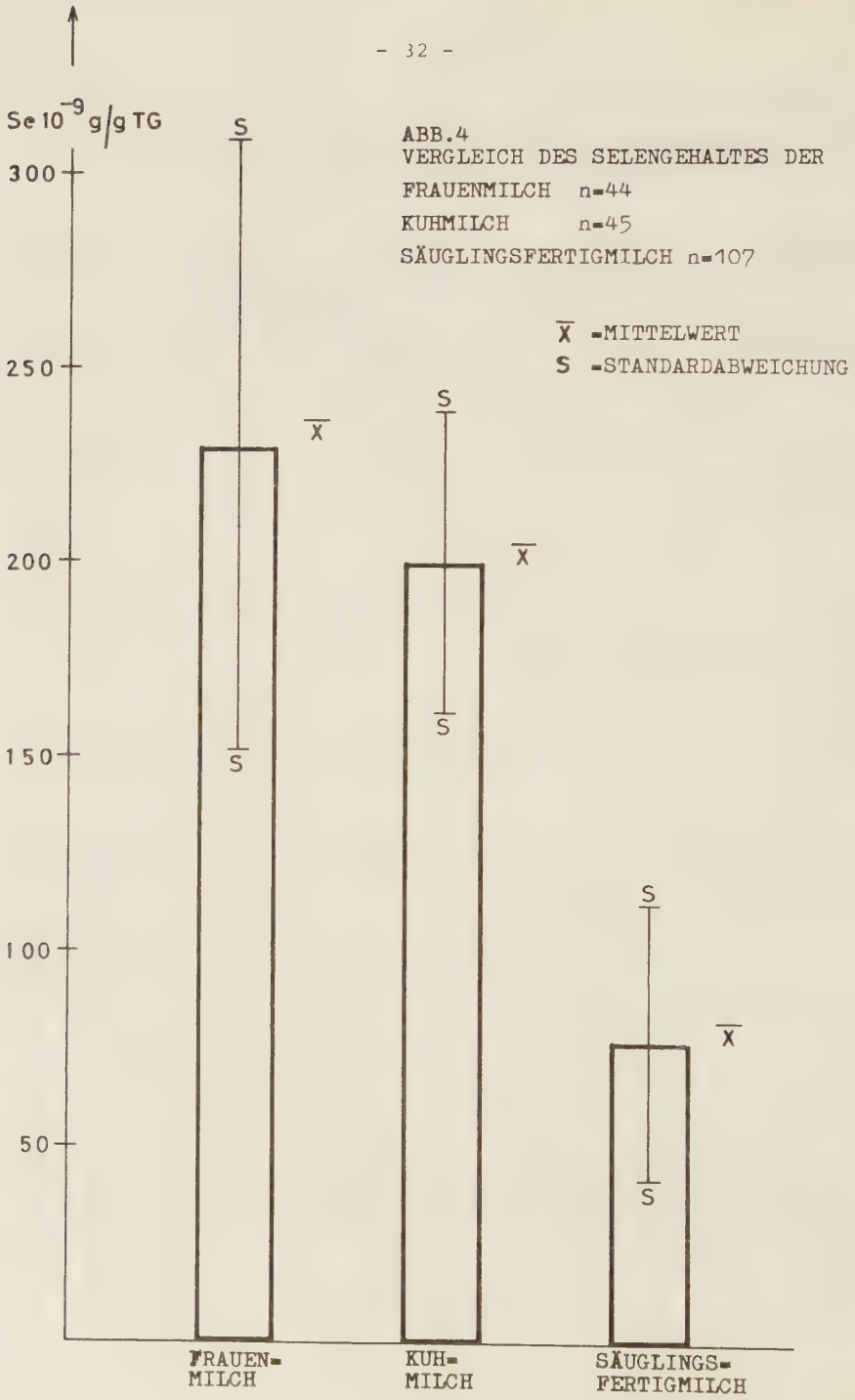


ABB.4
VERGLEICH DES SELENGEHALTES DER
FRAUENMILCH n=44
KUHMILCH n=45
SÄUGLINGSFERTIGMILCH n=107

$\bar{X}$ =MITTELWERT
S =STANDARDABWEICHUNG

Kollektive gegenübergestellt, die für reife Frauenmilch $\bar{x}$ = 230, s = 79 x 10^{-9}g/g TG, für Kuhmilch $\bar{x}$ = 200, s = 39 x 10^{-9}g/g TG und für Säuglingsfertigmilchen $\bar{x}$ = 78, s = 35 x 10^{-9}g/g TG betragen. Der durchschnittliche Selengehalt der Säuglingsfertigmilch ist verglichen mit dem der Frauenmilch mit $p < 0{,}01$ statistisch signifikant niedriger. Zwischen dem durchschnittlichen Selengehalt der Frauenmilch und der Kuhmilch ließ sich ein statistisch signifikanter Unterschied nicht nachweisen.

Die Abszisse der Abb. 5 gibt den Selengehalt der Milch an, die Ordinate die prozentuale Anzahl der Proben mit bestimmtem Selengehalt. Der Selengehalt der Säuglingsfertigmilchen liegt in einem niedrigeren Bereich, als der der Frauen- und Kuhmilch, während sich die Bereiche der beiden Letzteren größtenteils überschneiden. Die meisten Proben (61 %) der Säuglingsfertigmilchen sind in dem Bereich von 30 - 90 x 10^{-9}g/g TG zu finden. Ein kleiner Teil der Proben reicht bis in den Bereich der Frauen- und Kuhmilchen. Der Streubereich der Frauenmilchproben ist mit 70 - 450 x 10^{-9}g/g TG breiter als der der Kuhmilchproben mit 130 - 310 x 10^{-9}g/g TG. 65 % der Kuhmilchproben liegen zwischen 150 - 230 x 10^{-9}g/g TG und 66 % der Frauenmilchproben zwischen 150 - 310 x 10^{-9}g/g TG.

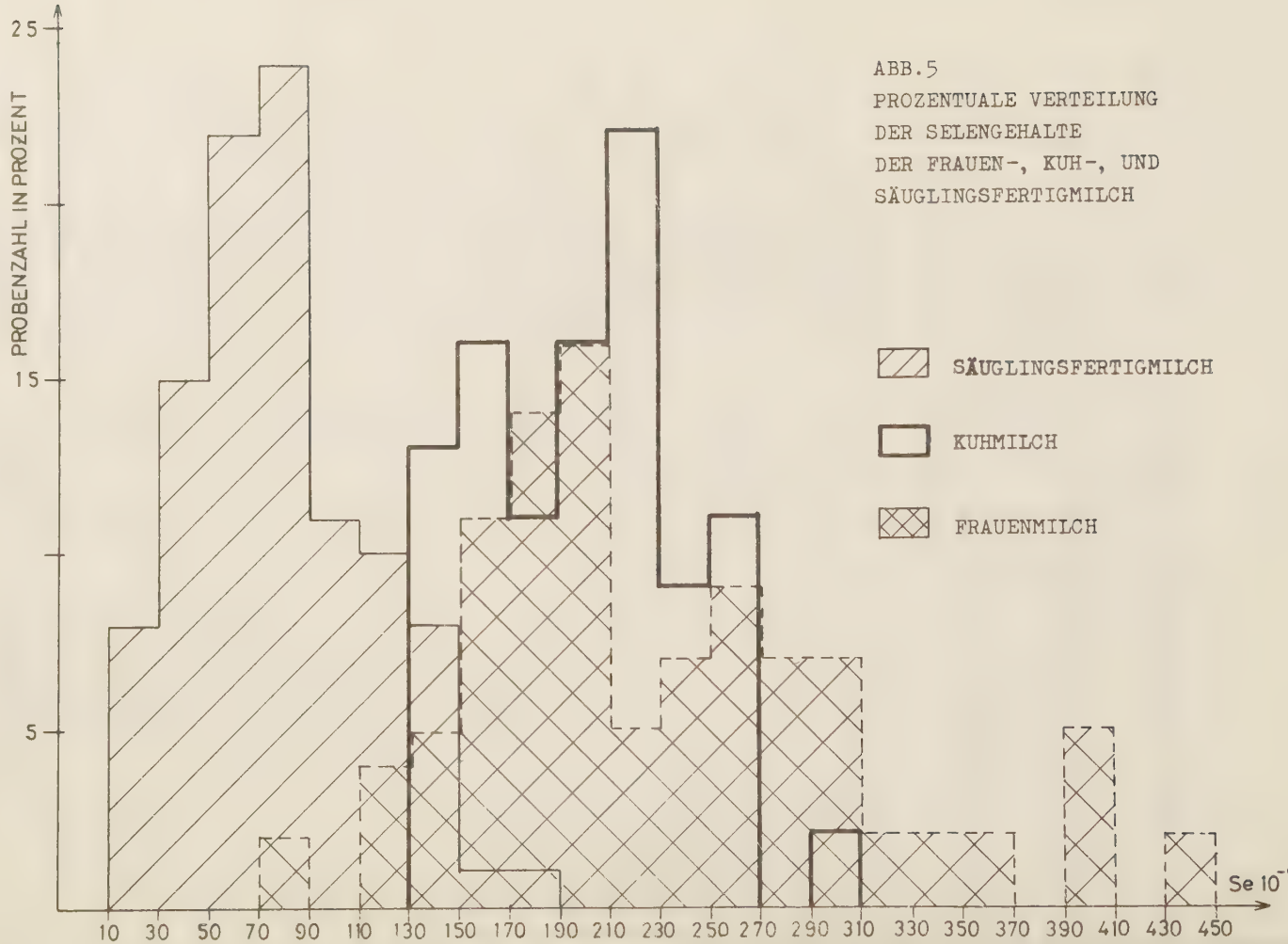


ABB.5
PROZENTUALE VERTEILUNG
DER SELENGEHALTE
DER FRAUEN-, KUH-, UND
SÄUGLINGSFERTIGMILCH

4 Diskussion

Tierische und pflanzliche Nahrungsmittel unterscheiden sich in ihrem Selengehalt. Gemüse und Früchte sind selenarm (28, 37, 41, 55, 65). Tierische Produkte dagegen enthalten im allgemeinen größere Selenmengen und schwanken stärker im Selengehalt. Unter den tierischen Produkten macht die Kuhmilch eine Ausnahme. Sie zählt zu den selenarmen Nahrungsmitteln.

Die Literaturangaben über den Selengehalt der Kuhmilch varieren stark (1, 16, 36, 37, 50, 55, 65). Unsere Untersuchungen ergaben einen Selengehalt der Kuhmilch von durchschnittlich $24,3 \times 10^{-9}$ g/ml mit einem Bereich von $17,4 - 38,0 \times 10^{-9}$ g/ml und entsprechen den Ergebnissen von Allaway und Mitarbeitern (1) aus den USA mit 0,02 - 0,05 µg/ml.

Zwischen dem Selengehalt von frisch gemolkener, pasteurisierter und ultrahocherhitzter Kuhmilch desselben Einzugsgebietes fand sich kein statistisch nachweisbarer Unterschied. Ebenso waren die Selengehalte von Vollmilch mit 3,5 % Fettgehalt und teilentrahmter Milch mit 1,5 % Fettgehalt nicht signifikant unterschiedlich.

Die durchschnittlichen Selengehalte der Kuhmilch und der Frauenmilch differierten nicht stark, doch war der Streubereich der Frauenmilchproben größer.

Der Selengehalt reifer Frauenmilch von 44 Müttern, die größtenteils in Düsseldorf lebten, wurde mit durchschnittlich $28,3 \times 10^{-9}$ g/ml und mit einem Bereich von $13,9 - 59,4 \times 10^{-9}$ g/ml ermittelt. Der Streubereich stimmt gut mit den Werten von Hadjimarkos und Shearer (62) überein. Sie untersuchten 241 Frauenmilchproben aus 17 Staaten der USA und fanden Selengehalte von 0,007 - 0,060 ppm. Der durchschnittliche Selengehalt der

amerikanischen Proben von 0,018 ppm liegt niedriger als in der vorliegenden Untersuchung mit 28,3 x 10^{-9}g/ml. Wahrscheinlich ist der niedrigere Mittelwert durch die längere Laktationszeit ($\bar{x}$ = 183 $\pm$ 9 Tage) bedingt, während in der Umgebung von Düsseldorf nur wenige Frauen ihre Kinder länger als drei Monate stillten und daher 88 % unserer Proben aus den ersten sechzig Tagen post partum stammen.

Es wurden von uns insgeamt 72 Proben vom 2. - 173. Laktationstag untersucht. Zwischen dem Selengehalt und der Laktationszeit ergab sich eine schwache Beziehung von r = - 0,244, ($0,01 > p < 0,05$). Auffallend ist der hohe Selengehalt des Kolostrums und der starke Abfall innerhalb der ersten Laktationstage. Andere Spurenelemente verhalten sich ähnlich. So sind z.B. der Kupfer-und Zinkgehalt im Kolostrum ebenfalls größer als in transitorischer und reifer Frauenmilch (64).

Der durchschnittliche Selengehalt von 25 Proben Übergangsmilch betrug 30,5 x 10^{-9}g/ml mit einem Bereich von 15,6 - 52,7 x 10^{-9}g/ml. In Neuseeland wurde für transitorische Milch ein viel niedrigerer Wert von 0,013 µg/ml gefunden (36). Diese Autoren untersuchten nicht den Selengehalt von reifer Frauenmilch. Vermutlich spielen geographische Unterschiede eine Rolle. Neuseeland gilt als selenarmes Gebiet. Selenmangelerkrankungen wie Muskeldystrophie bei Lämmern (21) treten hier gehäuft auf. Auch Shearer und Hadjimarkos (62) berichten in ihrer Untersuchung über geographische Unterschiede innerhalb der USA.

Es wurden zehn verschiedene Präparate von Säuglingsfertigmilchen analysiert, die einen Selengehalt von durchschnittlich 78 x 10^{-9}g/g TG hatten und in einem Bereich von 18 - 171 x 10^{-9}g/g TG lagen. Vergleichbare Ergebnisse anderer Untersucher liegen nicht vor, bis auf 3 Proben aus den USA (55) mit einem Selengehalt von : Similac$^{(R)}$: ND; 0,04 und 0,29 µg/g.

Generell enthalten Kuhmilch und Frauenmilch verglichen mit anderen proteinreichen Nahrungsmitteln relativ wenig Selen. Der Selengehalt der Säuglingsfertigmilchpräparate ist noch niedriger und beträgt ca. 34 % des Selengehalts der reifen Frauenmilch. Daraus ergibt sich, daß beim künstlich ernährten Säugling die Selenzufuhr niedriger liegt als beim gestillten Kind. So würde z.B. ein Säugling, der mit 800 ml Muttermilch ernährt wird, durchschnittlich 22,4 µg Selen täglich erhalten, während ein nicht gestillter Säugling, der mit 800 ml Fertigmilch gefüttert wird, 7,8 µg Selen mit der Nahrung zuführt. Ein Erwachsener nimmt demgegenüber durchschnittlich 162 µg Selen/Tag (67) zu sich, d.h. 0,014 µg Selen/Kjoule. Beim gestillten Säugling beträgt die Selenzufuhr pro Kjoule 0,0095 µg gegenüber 0,0032 µg beim künstlich ernährten Kind.

Frühere Untersuchungen (32) haben ergeben, daß der Selengehalt im Serum junger, künstlich ernährter Säuglinge sehr niedrig ist. Er fällt von durchschnittlich $\tilde{x} = 50 \times 10^{-9}$ g/ml innerhalb des ersten Trimenons auf durchschnittlich $\tilde{x} = 34 \times 10^{-9}$ g/ml ab. Möglicherweise ist dieser Abfall durch die relativ geringe Selenzufuhr mit den Säuglingsfertigmilchen zurückzuführen.

5 Zusammenfassung

Es wurden 45 Kuhmilch-, 72 Frauenmilch- und 107 Säuglingsfertigmilchproben untersucht.

Der Selengehalt der Kuhmilch beträgt durchschnittlich $200 \pm 39 \times 10^{-9}$ g/g TG. Pasteurisieren und Ultrahocherhitzen wirken sich nicht auf den Selengehalt aus.

Für transitorische Frauenmilch wurde ein Selengehalt von $244 \pm 75 \times 10^{-9}$ g/g TG ermittelt. Reife Frauenmilch enthält $180 \pm 79 \times 10^{-9}$ g/g TG Selen. Der Selengehalt des Kolostrums beträgt 524 - 865 $\times 10^{-9}$ g/g TG. Während der ersten Tage post partum kommt es zu einem starken Abfall des Selengehalts.

Die Säuglingsfertigmilch hat einen durchschnittlichen Selengehalt von $78 \pm 35 \times 10^{-9}$ g/g TG. Trinkfertige Flüssigmilchen und Milchpulver unterscheiden sich nicht.

Verglichen mit der Frauenmilch enthält die Säuglingsfertigmilch statistisch signifikant weniger ($p<0,01$) Selen. Zwischen dem Selengehalt der Frauenmilch und dem der Kuhmilch besteht kein statistisch nachweisbarer Unterschied.

Tab. 23 :

Selengehalt der Kuhmilch

Gebiet	Art der Milch	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)
Hamburg	pasteurisiert, 3,5 % Fettgehalt	251
		193
		303
		228
		165
		166
		157
		166
Meinerzhagen	frisch gemolken	164
		171
		203
		251
		252
		189
		178
		196
Lüdenscheid	pasteurisiert, 3,5 % Fettgehalt	213
		144
		140
		148
		142
		153

Tab. 23 (Fortsetzung) :

Selengehalt der Kuhmilch

Gebiet	Art der Milch	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)
Lüdenscheid	pasteurisiert, 3,5 % Fettgehalt	175
		209
		166
Köln	pasteurisiert, 3,5 % Fettgehalt	215
		217
		239
		252
		224
		240
		229
		250
		196
		194
Köln	ultrahocherhitzt, 3,5 % Fettgehalt	150
		196
		242
		227
		220
		189
		214
		144
		214

Tab. 23 (Fortsetzung) :

Selengehalt der Kuhmilch

Gebiet	Art der Milch	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)
Köln	pasteurisiert, 1,5 % Fettgehalt	343
		355
		325
		374
		259
		244
		274
		272
		257
		172

Tab. 24 :

Selengehalt der Frauenmilch

Tag post partum	Probenzahl	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)					
2.	1	625					
3.	2	524	865				
4.	5	301	244	152	352	258	
5.	4	422	224	267	156		
6.	6	261	275	320	247	205	203
7.	4	222	283	214	400		
8.	3	130	235	264			
9.	2	146	204				
10.	1	146					
11.	3	119	262	157			
12.	2	168	203				
13.	2	180	165				
14.	2	340	152				
16.	2	328	236				
18.	1	397					
19.	1	269					
20.	1	269					
21.	1	176					
22.	1	295					
23.	2	176	278				
25.	2	432	122				
27.	1	287					

Tab. 24 (Fortsetzung) :

Selengehalt der Frauenmilch

Tag post partum	Probenzahl	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)		
28.	2	201	207	
29.	1	286		
31.	2	362	216	
32.	2	194	295	
33.	1	207		
36.	2	183	255	
37.	3	402	199	230
57.	1	293		
64.	1	164		
68.	2	188	217	
71.	1	133		
79.	1	148		
87.	1	209		
99.	1	90		
110.	1	232		
173.	1	183		

Tab. 25 :

Selengehalt der Säuglingsfertigmilch

Handelsname	Selengehalt (10^{-9}g/g TG)	Handelsname	Selengehalt (10^{-9}g/g TG)
I. trinkfertige Milch:			
Aponti 1 (R)	30	Humana 1 (R)	91
	71		117
	63		120
	86		79
	39		171
	34	Milumil (R)	22
	24		72
	41		26
	52		45
	72		24
Humana 1 (R)	100		24
	94		34
	84		67
	72		58
	87		47
	102		48
	124		66
	90	Pomila (R)	48
	80		59
	131		68
	145		78

Tab. 25 (Fortsetzung) :

Selengehalt der Säuglingsfertigmilch

Handelsname	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)	Handelsname	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)
Pomila (R)	35	Pomil (R)	64
	35		74
	51		71
	81		77
	52		60
	58		25
Pomil (R)	60		114
	64		129
	59		68
	95		85
II. Pulverform:			
Aponti 1 (R)	25	Aptamil (R)	55
	40		87
	30		118
	52		103
	37		80
	18		114
	44		117
	72		131
Aptamil (R)	147	Humana 1 (R)	111
	84		101

Tab. 25 (Fortsetzung) :

Selengehalt der Säuglingsfertigmilch

Handelsname	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)	Handelsname	Selengehalt (10^{-9} g/g TG)
Humana 1 (R)	55	Milumil (R)	113
	85		141
	80		154
	94		91
	67	Pomila (R)	82
Milumil (R)	133		64
	125		85
	99		91
	68		81
	143		41
	74		86
	144		66
	135		-

6 Literatur

1. Allaway, W.H., Kubota, J., Losee, F. and Roth, M.:
Selenium molybdenum and vanadium in human blood.
Arch.Environ.Health 16, 342-348 (1968)

2. Berzelius, I.J.: Sur deux méteaux nouveaux (litium et sélénium).
Schweigger, J., 21, 1818-1823 (1817)

3. Bunyan, J., Diplock, A.T., Cawthorne, M.A. and Green, J.:
Vitamin E and stress.
Nutrional effects of dietary stress with silver in vitamin E - deficient chicks and rats.
Brit.J.Nutr. 22, 165-182 (1968)

4. Burk, R.F., Pearson, W.N., Wood, R.P. and Viteri, F.:
Blood-selenium levels and in vitro red blood cell uptake of 75-Se in Kwashiorkor.
Amer.J.Clin.Nutr. 20, 723-733 (1967)

5. Byers, H.G., Williams, K.T. and Lakin, H.W.:
Selenium in Hawai and its probable source in the United States.
Ind.Eng.Chem. 28, 821-823 (1936)

6. Campbell, R.C.: Statistische Methoden für Biologie und Medizin.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 43-49 (1971)

7. Campbell, R.C.: Statistische Methoden für Biologie und Medizin.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 186-200 (1971)

8. De Witt, W.H. and Schwarz, K.:
Multiple dietary necrotic degeneration in the mouse.
Experientia 14, 28-30 (1958)

9. Diplock, A.T., Green, J., Bunyan, J., Mc. Hale, D. and Muthy, J.R.: Vitamin E and stress. 3. The metabolism of D-α-tocopherol in the rat under dietary stress with silver. Brit.J.Nutr. 21, 115-125 (1967)

10. Fleming, G.A. and Walsh, T.: Selenium occurence in certain Irish soils and its toxic effects on animals. Roy.Irish.Acad.Proc. 58, Sec.b.7., 151-165 (1957)

11. Flohé, L., Günzler, W.A. and Schock, H.H.: Glutathione peroxidase: A selenoenzyme. FEBS Letters 32, 132-134 (1973)

12. Ganther, H.E., Goudie, C., Sunde, M.L., Kopecky, M.J., Wagner,P. Oh, S.H. and Hoekstra, W.G.: Selenium: Relation to decreased toxicity of methylmercury added to diets containing tuna. Science 175, 1122-1124 (1972)

13. Ganther, H.E. and Baumann, C.A.: Selenium metabolism. I. Effects of diet, arsenic and cadmium. J.Nutr. 77, 210-216 (1962)

14. Goldschmidt, V.M.: Geochemistry Oxford Univ.Press, London, 532-540 (1954)

15. Gries, C.L. and Scott, M.L.: Pathology of selenium deficiency in the chick. J.Nutr. 102, 1287-1296 (1972)

16. Hadjimarkos, D.M. and Bonhorst, C.W.: The selenium content of eggs, milk and water in relation to dental caries in children. J.Pediat. 59, 256-259 (1961)

17. Hadjimarkos, D.M.: Selenium content of human milk: possible effect on dental caries. J.Pediat. 63, 273-275 (1963)

18. Hadjimarkos, D.M.: Effect of trace elements on dental caries. In: Adv. in Oral Biology, Ed.: Staple, P.H., Academic Press, New York, 3, 256-270 (1968)

19. Hadjimarkos, D.M. and Shearer, Th.R.: Selenium in mature human milk. Amer.J.Clin.Nutr. 26, 583-585 (1973)

20. Hafeman, D.G., Sunde, R.A. and Hoekstra, W.G.: Effect of dietary selenium on erythrocyte and liver glutathione peroxidase in the rat. J.Nutr. 104, 580-587 (1974)

21. Hartley, W.J. and Grant, A.B.: A review of selenium diseases at New Zealand livestock. Fed.Proc. 20, 679-688 (1961)

22. Hashimoto, Y. and Winchester, J.W.: Selenium in the atmosphere. Envir.Sc.Techn. 1, 338-340 (1967)

23. Higgs, D.J., Morris, V.C. and Levander, O.A.: Effect of cooking on selenium content of foods. J.Agr.Food.Chem. 20, 678-680 (1972)

24. Hill, C.H.: Reversal of selenium toxicity in chicks by mercury, copper and cadmium. J.Nutr. 104, 593-598 (1974)

25. Kasperek, K.: Analytical techniques for the determination of 20 trace elements in biological samples by means of instrumental thermal neutron activation analysis. In: Proc. of the 2nd internat.conf. on nuclear methods in environmental research. U.S.Energy research and development administration, Conf. 740701 (1974)

26. Kiermeier, F. and Wigand, W.:
Selengehalt von Milch und Milchpulver.
Z.Lebensmitt.unters. 139, 205-211 (1968)

27. Lakin, H.W. and Davidson, D.F.: The relation of the geochemistry of selenium to its occurence in soils. In: Selenium in Biomedicine.
Eds.: Muth, O.H., Oldfield, J.E. and Weswig, P.H.,
The Avi Publishing Co., Westport, Conn., 27-56 (1967)

28. Levander, O.A.: Selenium and chromium in human nutrition.
J.Am.Diet.Ass. 66, 338-344 (1975)

29. Levine, R.J. and Olson, R.E.:Blood selenium in Thai children with protein-caloric malnutrition.
Proc.Soc.Expt.Biol.Med. 134, 1030-1034 (1970)

30. Lombeck, I., Kasperek, K., Feinendegen, L.E. and Bremer, H.J.: Serum -selenium concentration in patients with maple-syrup-urine disease and phenylketonuria under dieto-therapy.
Clin.Chim.Acta 64, 57-61 (1975)

31. Lombeck, I., Harbisch, H.D., Kasperek, K., Feinendegen, L.E. and Bremer, H.J.: Decreased serum selenium concentration and reduced glutathione peroxidase activity in dietetically treated patients with metabolic diseases.
Chemica Scripta, 8A, 109 (1975)

32. Lombeck, I., Kasperek, K., Harbisch, H.D., Feinendegen, L.E. and Bremer, H.J.:
The selenium state of healthy children.
Europ.J.Pediat.125, 81-88 (1977)

33. Lombeck, I., Kasperek, K., Harbisch, H.D., Bedar, K., Schumann, E., Schröter, W., Feinendegen, L.E. and Bremer, H.J.:
The selenium state of children. II. Selenium content of serum, whole blood,hair and the activity of glutathione peroxidase of erythrocytes in dietetically treated patients with phenylketonuria and maple-syrup-urine disease.
Europ.J.Pediat. in press

34. McCoy, K.E.M. and Weswig, P.H.:
Some selenium responses in the rat not related to vitamin E.
J.Nutr. 98, 383-389 (1969)

35. Meyer, R.J., Pietsch, E.H.E. und Kotowsky, A.:
Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie.
Verlag Chemie GmbH Weinheim, 29-34 (1953)

36. Millar, K.R. and Sheppard, A.D.:
α - Tocopherol and selenium levels in human and cows' milk.
New Zealand J.Sci. 15, 3-15 (1972)

37. Morris, V.C. and Levander O.A.:
Selenium content of foods.
J.Nutr.100, 1383-1388 (1970)

38. Moxon, A.L.: The effect of arsenic on the toxicity of seleniferous grains.
Science 88, 91 (1938)

39. Murata, K.J.: An acid fumarolic gas from Kilauea Iki.Hawai.
US.Geol.Survey Prof.Paper 537 (1966)

40. Muth, O.H., Weswig, P.H., Whanger, P.D. and Oldfield, J.E.:
Effect of feeding selenium-deficient ration to the
subhuman primate (saimiri sciureus).
Amer.J.Vet.Res. 32, 1603-1605 (1971)

41. Oelschläger, W. und Menke, K.H.:
Über Selengehalte pflanzlicher, tierischer und
anderer Stoffe.
Z.Ernährungsw. 9, 208-222 (1969)

42. Olson, O.E., Moxon, A.L. and Whitehead, E.I.:
Occurance of soluble selenium in soils and its availability
to plants.
Soil Sci. 54, 47-53 (1942)

43. Paricek, J., Kalousková, J., Babicky, A., Benes, J.
and Pavlik, L.:
Interaction of selenium with mercury, cadmium and
other toxic metals. In: Trace Element Metabolism
in Animals-2. Eds.: Hoekstra, W.G., Suttie, J.W.,
Ganther, H.E., Mertz, W.
University Park Press, Baltimore, 119-143 (1974)

44. Patrias, G. and Olson, O.E.:
Selenium contents of samples of corn from Mid-
western states.
Foodstuffs 41, 24 (1969)

45. Ravikovitch, S. and Margolin, M.:
Selenium in soils and plants.
Israel Agr.Res.Sta., Rehovot, 145-E, 41-52 (1957)

46. Roberts, R.C.: Soil survey of Puerto Rico.
US.Dept.Agr.Soil Survey Ser.1936, 503 (1942)

47. Rosenfeld, I. and Beath, O.A.:
Geological distribution of selenium. In: Selenium, Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition.
Acad.Press, New York and London, 9-60 (1964)

48. Rosenfeld, I. and Beath, O.A.:
Selenium indicator plants. In: Selenium, Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition.
Acad.Press, New York and London, 61-89 (1964)

49. Rosenfeld, I. and Beath, O.A.:
Selenium poisoning in animals. In: Selenium, Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition.
Acad.Press, New York and London, 141-226 (1964)

50. Rossi, C.L., Clemente, G.F. and Santaroni, G.:
Mercury and selenium distribution in a defined area and its population.
Arch.Environ.Health 31, 160-165 (1976)

51. Rotruck, J.T., Pope, A.L., Ganther, H.E., Swanson A.B., Hafeman, D.G. and Hoekstra, W.G.:
Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase.
Science 179, 588-590 (1973)

52. Rusiecki, W. and Brzezinski, J.:
Influence of sodium selenate on acute thallium poisonings.
Acta Polon.Pharmac. 23, 74-80 (1966)

53. Sachs, L.: Angewandte Statistik.
Springer-Verlag, Berlin,Heidelberg,New York, 386-390 (1973)

54. Sachs, L.: Angewandte Statistik.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York,
391-394 (1973)

55. Schroeder, H.A., Frost, D.V. and Balassa, J.J.:
Essential trace metals in man: Selenium.
J.Chron.Dis.23, 227-243 (1970)

56. Schubert, J.R., Muth, O.H., Oldfield, J.E. and
Remmert, L.F.: Experimental results with selenium
in white muscle disease of lambs and calves.
Fed.Proc. 20, 689-695 (1961)

57. Schutz, D.F. and Turekian, K.K.:
The investigation of the geographical and vertical
distribution of several trace elements in sea water
using neutron activation analysis.
Geochim.Cosmochim.Acta 29, 259-313 (1965)

58. Schwarz, K. and Foltz, C.M.:
Factor 3 activity of selenium compounds.
J.Biol.Chem. 233, 245-251 (1958)

59. Schwarz, K.: Development and status of experimental
work on Factor 3-selenium.
Fed.Proc. 20, 666-673 (1961)

60. Scott, R.C. and Voegeli, P.T.:
Radiochemical analysis of ground and surface water
in Colorado 1954-1961
colo water conversation Board Basic Data Report 7 (1961)

61. Shamberger, R.J.:
Antioxidants and cancer, part VI: Selenium and age
adjusted human cancer mortality.
Arch.Environ.Health 31, 231-235 (1976)

62. Shearer, Th.R. and Hadjimarkos, D.M.:
Geographic distribution of selenium in human milk.
Arch.Environ.Health 30, 230-233 (1975)

63. Slater, C.S., Homes, R.S. and Byers, H.G.:
Trace elements in the soils from the erosion
experiment stations, with supplementary data on
other soils.
US.Dept.Agr.Techn.Bull.552 (1937)

64. Stolley, H., Droese, W. und Rewerts, I.:
Über einige Spurenelemente in der Ernährung des
Säuglings. In: Spurenelemente in der Entwicklung
von Mensch und Tier. Ed.: Betke, K. und Bindlingmaier, F.,
Urban & Schwarzenberg, München, Berlin, Wien, 113-119 (1975)

65. Suzuki, S., Koizumi, S., Harada, H., Ito, K. and
Totani, T.: Hygienic chemical studies on harmful
elements (II). Selenium content of foods, soil and water.
Annual Report of Tokyo Metropol.Research Laboratory
of Public Health 22, 153 (1970)

66. Thompson, J.N. and Scott, M.L.:
Role of selenium in the nutrition of the chick.
J.Nutr. 97,335-342 (1969)

67. Thompson, J.N., Erdody, P. and Smith, D.C.:
Selenium content of food consumed by Canadians.
J.Nutr. 105, 274-277 (1975)

68. Trelease, S.F. and Trelease, H.M.:
Selenium a stimulating and possibly essential
element for indicator plants.
Am.J.Bot. 25, 372-380 (1938)

69. Turekian, K.K. and Wedepohl, K.H.:
Distribution of the elements in some major units of the earth's crust.
Geol.Soc. 72, 175-338 (1961)

70. Watkinson, J.H.:
Soil Selenium and animal health.
Trans.Int.Soc.Soil.Sci.Comm.IV and V, 149-154 (1962)

71. Watkinson, J.H.:
The selenium status of New Zealanders.
N.Z.Med.J. 523, 202-205 (1974)

72. Whanger, P.D., Pedersen, N.D. and Weswig, P.H.:
Selenium proteins in ovine tissues II. Spectral properties of a 10000 molecular weight selenium protein.
Biochem.Biophys.Research Comm. 3, 1031-1035 (1973)

73. Wikström, J., Westermarck, T. and Palo, J.:
Selenium, vitamin E and copper in multiple sclerosis.
Acta Neurol.Scandinav. 54, 287-290 (1976)

Lebenslauf

Am 10.5.1940 wurde ich als Tochter des Ingenieurs Gustav Bonnermann und seiner Ehefrau Emmi, geb.Schmuck, in Witten geboren.

Von 1946-1962 besuchte ich die Volksschule in Witten-Schnee, danach die Städt.Realschule in Witten-Annen, die ich 1956 mit der mittleren Reife abschloß. Anschließend begann ich eine kaufmännische Lehre als Industriekaufmann bei den Stadtwerken Witten und legte 1959 vor der Industrie- und Handelskammer in Bochum die Kaufmannsgehilfenprüfung ab.

In den folgenden Jahren von 1959-1967 arbeitete ich als kaufmännische Angestellte in meiner Lehrfirma, ab 1961 in der Importfirma H.Stimming KG, Witten und von 1964-1957 in der Metallindustrie bei der Firma Rheinwerk, Meisenburg & Ahleff GmbH in Düsseldorf. Gleichzeitig besuchte ich zwei Jahre das Sprachinstitut Stocks in Düsseldorf und legte 1966 vor der Industrie- und Handelskammer in Düsseldorf die Auslandskorrespondentenprüfung in der englischen Sprache ab.

Von 1967-1969 setzte ich meine Schulausbildung am Erzbischöflichen Friedrich-Spee-Kolleg in Neuss fort. Dort bestand ich am 2. Juli 1969 das Abitur.

Am 13.10.1969 begann ich das Studium der Humanmedizin an der Universität Köln, wo ich am 16.9.1972 das Physikum ablegte. Ich setzte das Studium an den Universitäten Wien und Düsseldorf fort und beendete es mit dem Staatsexamen am 15.1.1976.

Nach der Medizinalassistentenzeit erhielt ich am 1.10.1977 die Approbation und arbeite seit dem 1.11.1977 an der Kinderklinik der Städtischen Krankenanstalten Krefeld.

Düsseldorf, den 9. Juli 1978

Bärbel Bonnermann

Ich versichere an Eidesstatt, daß ich die vorliegende Arbeit:

"Der Selengehalt von Frauenmilch, Kuhmilch und Säuglingsfertigmilch"

ohne unerlaubte Hilfe verfaßt habe,

Düsseldorf, den 28.7.1978